

Aus der Konservierenden Abteilung
(Leiter: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. K. Fuhr)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN IM TIEREXPERIMENT
VON WURZELFÜLLUNGSMATERIALIEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt von

Liselotte Lünow
aus München

Mainz 1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552618_0055

Aus der Konservierenden Abteilung
(Leiter: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. K. Fuhr)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN IM TIEREXPERIMENT
VON WURZELFÜLLUNGSMATERIALIEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt von

Liselotte Lünow
aus München

Mainz 1979



Dekan: Prof. Dr. H. Leithoff

1. Gutachter: Prof. Dr. F. Lampert

2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl

Tag der mündlichen Prüfung: 28. November 1979

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Wurzelfüllung	1
II. Wurzelfüllungsmaterialien	3
II.1. Nogenol	3
II.2. Diaket	4
II.3. N2	6
III. Testung in vivo	10
III.1. Untersuchungen mit Mikrobiologischen Kulturen	10
III.2. Untersuchungen an Gewebeskulturen	10
III.3. Untersuchungen mit Implantaten im Gewebe von Tieren	11
III.4. Untersuchungen an Tieren und Menschen	13
IV. Eigene Untersuchungen	19
IV.1. Auswahl der Tiere	19
IV.2. Durchführung der Versuche	20
IV.2.1. Instrumentarium und Medikamente	20
IV.2.2. Durchführung der Behandlung	22
IV.3. Ergebnisse	25
IV.3.1. Klinische Ergebnisse	25
IV.3.1.1. Gewicht	25
IV.3.1.2. Wachstum der Zähne	26
IV.3.2. Histologische Ergebnisse	29
IV.3.2.1. Wurzelfüllung mit Diaket	29
IV.3.2.2. Wurzelfüllung mit N2	32
IV.3.2.3. Wurzelfüllung mit Nogenol	35
IV.3.2.4. Beispiele histologischer Schnitte	39
IV.3.2.5. Statistische Diagramme	42
V. Kritische Diskussion	45
VI. Zusammenfassung	52
VII. Literaturverzeichnis	53

I. Wurzelfüllung

Die Wurzelbehandlung in der Zahnheilkunde stellt seit nahezu 200 Jahren ein Problem für Wissenschaft und Praxis dar. Trotz intensiven Bemühens und sicher auch großer Fortschritte ist noch immer keine endgültige Lösung gefunden worden.

Das Gelingen der Wurzelbehandlung hängt von der Topographie des Zahnes, dem Zustand des Wurzelkanals, der individuellen Reaktionslage des Gesamtorganismus und der Geschicklichkeit und Sorgfalt des Zahnarztes ab. Aber nicht zuletzt ist der Erfolg der Wurzelbehandlung auch von der Wahl der richtigen Medikamente abhängig, sowohl derjenigen, die während der Aufbereitung des Kanals verwendet werden, als auch derjenigen, die zum Abfüllen des Kanals zur Verfügung stehen.

Da die vorliegende Arbeit eine vergleichende Untersuchung von 3 Wurzelfüllungsmaterialien zum Ziel hat, und zwar von Nogenol root canal sealer, Diaket (Espe) und N2 (Sargenti), werden hier ausschließlich Wurzelfüllungsmaterialien einer näheren Betrachtung unterzogen.

Verschiedene Autoren haben bestimmte Eigenschaften für ein ideales Wurzelfüllungsmaterial gefordert. Da die Wurzelkanalfüllung als ein Dauerwundverband angesehen werden muß, der für lange Zeit in direktem Kontakt mit dem Gewebe verbleibt, sind von COOLIDGE (5) und HELD (12), modifiziert von HERTWIG (14), und später von MAEGLIN (28) folgende Forderungen aufgestellt worden

- 1) geringe Porosität,
- 2) gute Haftintensität,
- 3) Volumenkonstanz,
- 4) Unlöslichkeit in Gewebeflüssigkeit,
- 5) keine Verfärbung der Zähne,

- 6) Röntgendichtigkeit,
- 7) hygroskopische Eigenschaft,
- 8) Gewebsverträglichkeit,
- 9) bakterizide oder mindestens bakteriostatische Wirkung,
- 10) leichte Einführbarkeit und
- 11) leichte Entfernbareit.

Von der Wurzelbehandlung erhofft man sich trotz verlorengangener Pulpa, das periapikale Gewebe gesund zu erhalten oder seine Gesundung herbeizuführen. Deshalb muß der Kanal gegen das reaktive Mesenchym dicht abgeschlossen werden.

Im Fachhandel werden verschiedene Wurzelfüllungspräparate angeboten, die nach KETTERL (19) in 5 Gruppen eingeteilt werden können

- 1) Zemente,
- 2) Amalgame,
- 3) erhärtende Pasten,
- 4) weich bleibende Pasten und
- 5) Guttapercha.

Von den in dieser Arbeit zu untersuchenden Wurzelfüllungsmaterialien werden Nogenol und Diaket in Gruppe 3), die erhärtenden Pasten, eingeordnet.

N2 wird vom Hersteller selbst zu den Zementen, also zu Gruppe 1), gerechnet.

II. Wurzelfüllungsmaterialien

II.1. Nogenol root canal sealer der Firma Coe Laboratories Inc., Chicago

In der mir zugänglichen Literatur wurden über die Zusammensetzung des Medikamentes kaum Angaben gemacht. Die wichtigste Angabe ist wohl, daß Nogenol Eugenol-frei ist und daß es als einen Bestandteil Chlorolthymol enthält. Nogenol ist als ein 2-Komponenten-System konzipiert, das aus 'Base' und 'Accelerator' besteht und zu gleichen Teilen gemischt werden soll. Es wird 10 - 15 Sekunden angespatelt, um eine gleichmäßige Konsistenz und Farbe zu erhalten. Die Farbe ist weiß. Nogenol hat eine lange Verarbeitungszeit und laut Angabe des Herstellers eine Erhärtungszeit von 6 - 7 Minuten.

CRANE et al. (6) geben eine Verarbeitungszeit zwischen 5 und 13 Minuten bei 37 °C an, die von der Katalysatormenge abhängt.

Nogenol soll mit einem Lentulo in den sorgfältig aufbereiteten, getrockneten und möglichst keimfrei gehaltenen (OLIET (34)) Kanal eingebracht werden. Die Wände des Kanals sind mit Nogenol zu beschichten. Danach soll ein mit Nogenol beschichteter Guttapercha- oder Silberstift nachgeschoben werden, wenn nötig sogar noch ein zweiter.

Physikalische Eigenschaften: Der Hersteller bezeichnet die Haftung von Nogenol auf einer trockenen Oberfläche nach eigenen Untersuchungen als ausgezeichnet, die Abdichtung des Kanals als sehr gut. Nogenol hat eine neutrale Färbung. Es ist röntgendicht. Kurz nach dem Anmischen hat es einen pH-Wert von 3,5.

II.2. Diaket der Firma Espe

Diaket ist auf der Basis des Resins entwickelt worden. Es besteht aus Flüssigkeit und Pulver. Beide werden auf einer Glasplatte sorgfältig im folgenden Verhältnis angemischt:

2 kleine Tropfen Flüssigkeit aus einem Tropfpipettenverschluß und 2 gestrichene Füllungen Pulver aus einem mitgelieferten Dosierstab.

Laut Hersteller soll Diaket auf der Glasplatte 6 Minuten verarbeitet bleiben, im Kanal aber schneller erhärten. Es darf nicht zu dünn angemischt werden, da die Mischung sonst nur unvollständig aushärtet, der Röntgenkontrast zu schwach ist und das Diaket eventuell gewebsreizend wirken kann.

Seine Zusammensetzung ist nach Angaben des Herstellers:

Pulver - Wismutphosphat
Zinkoxyd

Flüssigkeit - Dichlorophen
Triäthanolamin
Propionyl-acetophenon
Mischpolymerisate von Vinylacetat, Vinyl-
chlorid und Vinylisobutyläther

Diaket wurde nach einem sogenannten Ketokomplexverfahren entwickelt. SCHMITT (46) beschrieb die chemischen Grundlagen folgendermaßen: 'Bei dem neuen Ketokomplexverfahren werden neutrale organische Verbindungen mit basischen Salzen oder basischen Metalloxyden umgesetzt. Die neutralen Verbindungen gehören zur Klasse der Polyketone und bei der Umsetzung mit den Metallverbindungen entstehen ringförmige Komplexe, bei denen das Metall nicht salzartig gebunden ist, sondern homöopolar in einem Resonanzsystem. Die Bindungsart kommt unter anderem dadurch zum Ausdruck, daß die feste abgebundene

Komplexverbindung nicht in Wasser löslich ist, sondern nur in speziellen organischen Lösungsmitteln. Daraus folgt, daß eine Wurzelfüllung aus diesem Material im wässrigen Gewebemilieu beständig ist, aber mit diesem organischen Lösungsmittel gegebenenfalls wieder entfernt werden kann.' Bei diesem Verfahren können nach SCHMITTS (46) Ansichte geringe Mengen H_2O komplex gebunden werden. Ein Vorteil für die Haftfähigkeit am feuchten Dentin. Der mitgelieferte Diaket-Löser besteht aus Dichlorophen

Triäthylenglykol-diacetat

Dimethyl-formamid

Er soll laut Hersteller stark bakterizid wirken. So kann man ihn vor dem Abfüllen des Kanals zum Säubern benutzen, soll ihn aber vor der Füllung sorgfältig entfernen.

WÄCHTER (56) untersuchte die desinfizierende Wirkung des Diaketlösungsmittels und stellte eine deutliche Wachstums-
hemmung von Staphylokokken und Colibakterien fest. Beim Diaket selbst konnte er aber nur eine sehr schwache desinfizierende Wirkung beobachten.

KETTERL (19) bescheinigte dem Diaket keine antiseptische Wirkung.

Physikalische Eigenschaften: SCHEUFELE (45) beobachtete beim Diaket im ausgehärteten Zustand absolute Volumenkonstanz. Zum gleichen Ergebnis kam WÄCHTER (56).

HOLLO (15) verglich Diaket, N_2 und andere Wurzelfüllungs-
materialien im Hinblick auf Eigenschaften wie Porosität nach dem Erhärten, Abbindezeit, Volumenänderung während des Abbindens, Haftfähigkeit am Dentin. Er kam zu dem Ergebnis, daß Diaket, nach allen Merkmalen gemeinsam beurteilt, am besten abschnitt.

SCHRÖDER (48) testete die Wandständigkeit des Diaket und seine Abdichtung des Wurzelkanals an extrahierten Zähnen. Er gelangte zu guten Ergebnissen. ERAUSQUIN und MURUZABAL (8) bescheinigten den auf Resin-Basis aufgebauten Wurzelfüllungs=materialien ebenfalls sehr gute Wandständigkeit. KETTERL (19) bestätigte dem Diaket Wandständigkeit und positive Wasser=aufnahme.

Zu nicht so guter Beurteilung kamen YOUNIS (57) und BÖCKMANN et al. (2,3,4). Materialien, die auf der Basis des Resins aufgebaut waren, und solche auf Ca(OH)-Basis zeigten bei den Untersuchungen von YOUNIS (57) wesentlich bessere Ergebnisse, was Wandständigkeit und Abdichtung anging, als auf ZnO-Pulver basierende Wurzelfüllungsmaterialien. Eine wirklich gute Wandständigkeit des Diaket ohne Durchlässigkeit erreichte er aber nur, wenn er im Kanal noch zusätzlich Guttaperchastifte verwandte.

Auch BÖCKMANN et al. (2,4) erreichte mit Diaket keine gute Abdichtung. In seinen Untersuchungen fand er in 61 % der Fälle keine gute Wandständigkeit. Seine Tests bezüglich Porosität und Wasseraufnahme ergaben dagegen gute Ergebnisse: nicht porös, geringe Wasseraufnahme, daher recht volumenkonstant.

II.3. N2 nach Sargenti

Nach SARGENTI (40) ist die Gesunderhaltung oder Wiedergesundung der Regio apicalis das Ziel einer Wurzelbehandlung. Er unterscheidet zwischen einer

- 1) vitalen apikalen Region und einer
- 2) nekrotischen apikalen Region.

Punkt 1) beinhaltet eine eröffnete Pulpa oder eine der Formen der Pulpitis. In diesem Fall behandelt er mit N2 normal in

einer Sitzung. Punkt 2) beschreibt eine kranke apikale oder periapikale Region, die in 2 Sitzungen behandelt werden soll, wobei in der 1. Sitzung N2 medical zur Desinfektion verwendet wird.

Die qualitative Zusammensetzung des N2 wird vom Hersteller wie folgt angegeben:

Desinfizierende Komponente - Phenylquecksilberborat
Polyoxymethylen (HCHO)_n zu 4,7 %

Antiseptische Komponente - Titaniumoxyd
Zinkoxyd
Calciumsulfat
Calciumhydroxyd
Eugenol
Rosenöl

Kontrastmittel - Bariumsulfat, Bleioxyd, Wismutsalze

Farbstoffe - Methylenblau, Eosin

Zur Desodorierung - Graniumöl, Rosmarinöl, Lavendelöl

Zur quantitativen chemischen Zusammensetzung des Wurzelfüllungsmaterials N2 macht HERFERT (13) genauere Angaben:

Pulver - Pb_3O_4 (Mennige) zu 26,9 %
ZnO (Zinkoxyd) zu 64,4 %
Paraform zu 6 %
geringe Mengen von Calcium und geringste Mengen von Barium

Flüssigkeit - Nelkenöl

Er ließ in verschiedenen Instituten Analysen anfertigen, die deckungsgleiche Ergebnisse zeigten.

Physikalische Eigenschaften: SARGENTI und RICHTER (41) sahen

im N2 praktisch alle Anforderungen an ein Wurzelfüllungs=material verwirklicht.

HERTWIG (14) bestätigte die Feststellungen SARGENTIS und RICHTERS (41) über Porosität, Wandständigkeit, Wasseraufnahme und Substanzverlust bei Aufbewahrung in Flüssigkeit.

PREYERS (39) stellte als Ergebnis seiner Untersuchungen völlige Porenfreiheit und Wandständigkeit des N2 fest.

YOUNIS (57) untersuchte verschiedene Wurzelfüllungsmaterialien auf ihre Abdichtung des Wurzelkanals, und zwar mit und ohne Nachschieben von Guttaperchastiften. Die Abdichtung des Wurzelkanals durch N2 war mit wie ohne Guttaperchastift ungenügend.

Klinische Untersuchungen: Autoren wie MOTSCH (32), KRAUSE (25) und TRACKSDORF (54) wiesen auf gute Gewebeverträglichkeit und nur selten auftretende röntgenologische Mißerfolge des N2 hin.

MELCZER (31) sah große Vorteile in der Behandlung von Milchmolaren mit N2. Er berichtete über 623 Fälle. Nach 6 - 12 Monaten konnte er bei der Nachkontrolle eine 100 %ige Erfolgsquote bei den Zähnen mit Karies prof. sowie denen mit akuter partieller Pulpitis verzeichnen.

KARBACH (17) fand, daß bei den mit N2 behandelten Schneidezähnen seiner Albinoratten das Wachstum in keinem einzigen Fall gestört war.

Andere Wissenschaftler kamen zu gegenteiligen Ergebnissen. So hatte TSCHAMER (55) bei 29 mit N2 behandelten Zähnen 23 Mißerfolge. Er spricht von einem Destruktionsherd an der Wurzelspitze.

SPANGBERG (52) untersuchte einige antiseptische Wurzelkanalmedikamente, unter ihnen auch N2. Als abschließendes Ergebnis

seiner Versuche schreibt er: 'daß sie sich in vivo als so toxisch erwiesen, daß ihre klinische Anwendung nicht gerechtfertigt erscheint.'

III. Testung in vivo

Medikamente müssen am lebenden Objekt getestet werden, ehe sie zur Anwendung für Mensch und Tier freigegeben werden können. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten.

III.1. Untersuchungen mit Mikrobiologischen Kulturen

WÄCHTER (56) testete Diaket in einer Aufschwemmung von Bakt. prodigiosum. Er bescheinigte Gewebsfreundlichkeit, da er keinen Einfluß auf die Umgebung feststellte.

PREYERS (39) prüfte Diaket, N2 und andere Wurzelfüllungs-materialien auf ihre bakterienhemmende Wirkung. Er benutzte 9 Bakterienstämme, die aus gangränösen Zähnen isoliert und nach der Läppchen- und Lochtestmethode untersucht wurden. N2 zeigte im Frischversuch die weitaus stärkste Hemmung der Keime bei allen 9 Stämmen. Seine bakterienhemmende Wirkung war auch nach 80 Tagen noch wesentlich stärker als die der anderen Materialien. Die Wirksamkeit der getesteten Wurzelfüllungsmaterialien hing sehr von ihrem Alter ab. Diaket hemmte auch alle Keime, aber relativ schwach. Nach einer Alterung von 80 Tagen hemmte es nur noch 5 der 9 Keimgruppen.

III.2. Untersuchungen an Gewebskulturen

SCHUBERT (50) untersuchte die Wirkung von Diaket an Einzellern. Mit Hilfe von Paramaecien-Tests stellte er fest, daß innerhalb von 4 Stunden keine überlebenden Paramaecien mehr zu finden waren. In einer 2. Versuchsreihe prüfte er,

wann sich die Wirkung des Diaket erschöpft. Bis zum 10. Tag war es fast gleichmäßig schädigend.

MAIZUMI und SAUERWEIN (29) untersuchten den Einfluß des Diaket auf Hühnerherzgewebeskulturen. An aussprossenden Fibroblasten konnten sie die Reaktion ablesen. Sie stellten nur geringes bis mäßiges Wachstum fest.

KERESZTESI und KELLNER (18) testeten Diaket und andere Wurzelfüllungsmaterialien in Deckglaskulturen an Hühnerextremitätenmesenchym. Alle geprüften Materialien riefen eine Zellschädigung hervor, deren Stärke in morphologischer und quantitativer Hinsicht von der Menge des Wurzelfüllungsmaterials abhing. Auch bei größerem Abstand von den Zellen, circa 2 bis 3 cm, bewirkte Diaket vollkommene Wachstumshemmung bzw. Zelltod.

SCHUBERT (51) stellte in einem Paramaecien-Test fest, daß N₂ durchaus nicht so zellverträglich ist, wie ihm von Seiten des Herstellers nachgesagt wird. Nach 3 Wochen soll die zellschädigende Wirkung des N₂ noch nicht beendet gewesen sein.

Bei Kurzzeitversuchen (120 Stunden) von MAIZUMI und SAUERWEIN (30) mit N₂ zeigte sich eine sehr starke Hemmung des Fibroblastenwachstums.

III.3. Untersuchungen mit Implantaten im Gewebe von Tieren

CRANE et al. (6) verglichen die Wirkung von Nogenol mit der von 3 weiteren in den USA im Handel erhältlichen Wurzelfüllungsmaterialien. Nogenol wurde in Wangentaschengewebe von Hamstern injiziert. Die dabei aufgetretene Anzahl von Entzündungszellen war deutlich kleiner als bei den 3 anderen Wurzelfüllungsmaterialien. Die schwache Reaktion von Nogenol mit dem umgebenden Gewebe soll ihre Ursache in dem fehlenden

Eugenolzusatz haben.

Bei intramuskulären Implantaten an Kaninchen von noch nicht abgebundenem Diaket fand SCHEUFELE (45) nach 8 Tagen im Gewebsschnitt keinerlei Reizerscheinungen, auch die Regenerationsvorgänge der Muskelwunde waren nicht beeinträchtigt.

SCHUBERT (50) implantierte Diaket im Stadium der Erhärtung in die Nackenmuskeln von Ratten. In verschiedenen Zeitabständen wurden histologische Schnitte angefertigt. Nach 7 Tagen beobachtete er bereits die zerstörende Wirkung des Diaket auf das umliegende Gewebe, nach 14 Tagen war das Gewebe noch hochgradig entzündet und erst nach 5 Monaten war das Implantat durch Bindegewebe eingehüllt.

KLUCZKA und ROZEIK (23) implantierten frisch angerührtes Diaket zwischen Masseter und aufsteigendem Ast des Unterkiefers von Ratten in die Nähe des angrenzenden Knochenteils ins Weichgewebe. Sie untersuchten allerdings erst nach 6 Monaten histologisch. Das implantierte Diaket war von einem schmalen Zellsaum und Gewebe mit zahlreichen Blutgefäßen umgeben. Es waren keine Entzündungen mehr nachzuweisen. Vergleiche zu den Ergebnissen von SCHEUFELE (45) und SCHUBERT (50) konnten wegen der zu langen Liegezeit von 6 Monaten nicht gezogen werden.

Bei Implantationsversuchen von N2 in die Mandibeln von Meerschweinchen beobachtete SPANGBERG (53) ausgedehnte Nekrosen. Das Maximum der Nekrosenbildung wurde nach 1 Woche erreicht, blieb aber für 2 Wochen bestehen. Nach 12 Wochen waren die Nekrosen weitgehend resorbiert und durch Granulationsgewebe ersetzt, das jedoch keine Anzeichen einer Knochenregeneration zeigte.

OVERDIEK (36) implantierte bei Albinoratten N2 intracutan und intramusculär. Es ergaben sich 2 Reaktionszonen. Die

innere bestand aus Granulozyten, Histiozyten und Plasmazellen. An sie legen sich derbe Bindegewebsfasern als äußere Schicht an. Die Berührungsstelle zum Implantat zeigte vermehrt Granulozyten, allerdings keine Nekrosen.

HERTWIG (14) fand bei Albinoratten Nekrosen um intramuskuläre Implantate. Die Bildung der Nekrosen schrieb er dem sauren pH-Wert des N2 zu.

III.4. Untersuchungen an Tieren und Menschen

Die günstigste Testung von Wurzelfüllungsmaterialien ist sicher die direkt an Zähnen vorgenommene. In den vergangenen Jahren sind sehr viele Untersuchungen an Tierzähnen und auch an extrahierten Menschenzähnen durchgeführt worden.

MURUZABAL et al. (33) machten mit Diaket und anderen Materialien Wurzelfüllungen an unteren Rattenmolaren. Bei Überfüllung entwickelte das Gewebe die Neigung, das überfüllte Material einzukapseln, aber nur wenn es hart und kompakt war. Häufig bildete sich zwischen Kapsel und Füllungsmaterial eine Zone lockeren Bindegewebes mit vielen Makrophagen. ERAUSQUIN und MURUZABAL (9) beobachteten ferner, daß periapikale Gewebsreaktionen auf Wurzelfüllungen über den Apex hinaus bei absorbierbaren Pasten schwächer waren als bei Wurzelfüllungszementen.

SCHUBERT (50) unternahm Versuche mit Wurzelfüllungen an Hundezähnen. Im histologischen Präparat zeigte sich nach 7 Tagen ein Zellsaum um Diaket. Bei Liegedauern von über 21 Tagen bis hin zu 5 Monaten hatte sich das Gewebe wieder vollständig regeneriert.

KETTERL (22) berichtet über histologische und röntgenologische

Befunde bei Überfüllung des Wurzelkanals mit Diaket. Das überfüllte Diaket wurde vom Organismus resorbiert und in einer Form von Sequestrierung eliminiert. Er beobachtete Fälle, in denen der Diaket-Fremdkörper bereits 3 - 4 mm vom Apex abgewandert war. Im Röntgenbild zeigte sich ein breiter transluzenter Saum, der eine bindegewebige Einscheidung darstellte. Zwischen diesem und dem Apex sah man bereits wieder normale Spongiosazeichnung. Nach 1 Jahr war die Wurzelspitze von einem verbreiterten Wurzelhautspalt umgeben. Nach 3 - 5 Jahren zeigten die Kontrollen ein total gesundes Parodontium, das nicht mehr von dem auf der Röntgenmeßaufnahme unterschieden werden konnte. KETTERL (22) hält das Diaket für ein Wurzelfüllungsmaterial, das keine tiefgreifende Beeinflussung des Gewebes hervorruft.

ERAUSQUIN und MURUZABAL (8) verglichen an Rattenmolaren die Reaktionen industrieller Epoxy-Resin-Präparate mit denen von im Handel erhältlichen Wurzelfüllungsmaterialien auf Resin-Basis, wie Diaket. Die Haftung an den Kanalwänden war bei Diaket schlechter als beim industriellen Epoxy-Resin. Bei Diaket zeigten sich jedoch geringere, wenn auch dauerhafte Zellinfiltrationen im periapikalen Bereich, polymorphkernige Leukozyten waren in kurzen Zeitspannen nach der Applikation dominierend, nach langen Zeitspannen Makrophagen und Riesenzellen. Bei Überfüllung des Kanals über den Apex hinaus zeigte Diaket im Vergleich zu Epoxy-Resin kleinere Riesenzellen, sowie weniger Entzündungen und Nekrosen. Bei industriellem Epoxy-Resin bildete sich ein Granulom oder Abszeß, wenn die Entzündung im Kanal begann und zum Periapex fortschritt. Auch verursachte es viel größere Schäden als handelsübliche Wurzelfüllungsmaterialien auf Resin-Basis durch die Bildung von sehr großen und atypischen Riesenzellen, die dem Epoxy-Resin anlagen, und durch fibröse Veränderungen des umgebenden Gewebes.

KÖTTGEN (24) beobachtete an unteren Rattenschneidezähnen bei Anwendung von Diaket keine Schädigung oder Abtötung des Keim-

zentrum am Apex dieser Zähne. Die periapikale Region wurde in keinem Fall angegriffen. Auch im verbliebenen Pulpengewebe des Wurzelkanals zeigten sich in keinem Fall Entzündungen oder andere Veränderungen. Im direkt ans Diaket anschließenden Teil der Pulpa ergaben sich 7 Tage nach der Behandlung Entzündungen, Nekrosen, Verkalkungen, bindegewebige Abgrenzungen, Blutungen und degenerative Veränderungen. Nach 14 Tagen allerdings wies das histologische Bild schon deutlich Regeneration auf.

Bei Untersuchungen von mit N2 gefüllten Zähnen beobachtete FULDE (11) bei besonders großer Restpulpa die Gefahr der Nekrose, trotz günstiger klinischer und röntgenologischer Ergebnisse. Er schrieb die nekrotisierende Wirkung dem Paraform zu, dessen 5 %iger Anteil nach ORBAN (35) nicht überschritten werden darf. Diese zell- und gewebsschädigende Wirkung des N2 bzw. des in ihm enthaltenen Paraform sahen ITEN (16) und SCHUBERT (51) durch ihre Versuche ebenfalls bestätigt.

ENGSTRÖM und SPANGBERG (7) untersuchten die Wirkung von N2 und Ca(OH)_2 auf die Pulpa bei partieller Pulpektomie. Dabei fanden sie bei N2 viel häufiger entzündliche Reaktionen als bei Ca(OH)_2 .

KARBACH (17) beobachtete in der Pulpa von Rattenzähnen vermehrt auftretende nekrotische Veränderungen, die nach 14 Tagen aber auf weniger als ein Drittel reduziert waren, verbunden mit einer zunehmenden Tendenz zur Hartsubstanzbildung. Er fand in keinem Fall eine Resorption von N2.

KETTERL (20) sah in histologischen Schnitten von 10 mit N2 gefüllten Zähnen, trotz einer Barriere mit Dentinspänen, Zeichen von Nekrose oder Nekrobiose.

ASANO (1) überkappte 2 Gruppen von je 25 Zähnen mit N2 und Calvital direkt. Die klinischen Befunde waren bei beiden Gruppen ähnlich. Die mit N2 behandelte Gruppe zeigte pathohistologisch mehr Entzündungen, die mit Calvital behandelte Gruppe mehr

Narben- und Dentinbrückenbildung. In einem 2. Versuch machte er Wurzelfüllungen mit N2 bzw. Calvital unmittelbar nach einer Vit. E. Die mit N2 behandelte Zahngruppe zeigte sowohl klinisch wie pathohistologisch viel schlechtere Ergebnisse.

KETTERL (21) konnte bei allen mit N2 abgefüllten Zähnen feststellen, daß die Zahl der Mißerfolge klinisch und röntgenologisch sehr klein war, jedoch noch nach Jahren im histologischen Bild eine deutliche Schichtung 'Wurzelfüllungsmaterial - nekrotische Zone - allmählicher Übergang in vitales Gewebe' vorhanden war.

In seiner Arbeit 'Pulpenreaktion auf N2 im Kurzzeitversuch' beschreibt OVERDIEK (37) sehr interessante Details. Er beobachtete Hämorrhagien sowie Blutextravasate und vermutete eine gefäßtoxische Wirkung des N2. Außerdem berichtet er von mäßigen Gefäßerweiterungen, die in den Endgebieten mit zahlreichen Granulozyten besetzt und von serösen Infiltraten begleitet waren. Eine schmale Zone nekrotischen Gewebes grenzte nach 24 Stunden noch immer nicht klar gegen das gesunde Gewebe ab. Entzündungserscheinungen waren allerdings nach apikal im Abklingen. In seinen neueren Arbeiten hält er auch die nekrobiotische Wirkung des N2 für begrenzt und sieht sogar einen völligen Abbau der nekrobiotischen Gewebsanteile als möglich an. Er selbst beobachtete nie eine Verkalkung der Narbe.

SCHÖNHERR und BRAUER (47) versuchten im Langzeitversuch über 6 Jahre OVERDIEKS (37) Ergebnisse zu bestätigen. Zwar trat auch bei ihnen eine oberflächliche Nekrose als Reaktion auf das N2 auf, aber die Wirkung des Paraform schien begrenzt zu sein. Die Nekrose schien nicht fortzuschreiten. Sie beobachteten die Verkalkung von Nekrosen, unterschiedlich starke fibrosierte Bindegewebslagen, Sekundärdentinbildung und zementoiden Verschuß am Foramen als Folge der Behandlung mit N2. Doch stellten sie keine Fortsetzung der Nekrosen nach apikal fest.

Auch ITEN (16) stimmt mit OVERDIEK (37) überein. Er unter=

schied aber zwischen apexferner und apexnaher Amputation. Im ersten Fall stellte er ausgedehnte Nekrosen (amorphe Massen und Dentinsplitter) fest, dann Stase mit Thrombenbildung. Die Restpulpa lag als Bindegewebe vor. Sekundärdentinablagerungen und Odontoblasten waren nur selten zu finden. Im zweiten Fall war die restliche Pulpa total nekrotisch und nur noch eine strukturlose Masse. Nach seiner Meinung fand nur im ersten Fall eine Heilung statt.

FRANKE (10) kritisierte die Paraformwirkung des N2. Da Paraform als Ersatzpräparat für Arsen zur Devitalisierung benutzt wird, könne es auch in einer so kleinen Menge wie 4,7 % niemals ohne Schaden auf die Pulpa sein. Über längere Zeit beobachtete er Kernpyknose, Gewebseinschmelzung durch Hohlraumbildung und Ruhigstellung der Gefäßendothelien. Die N2-Methode bezeichnete er als gewebsschädigend, quasi als Devitalisierungsmethode, die erst in der Tiefe 'geringe gedämpfte Kennzeichen einer Entzündung mit sich bringt'.

LANGELAND et al. (26) kamen nach der Behandlung von Menschen-, Affen- und Schweinezähnen, sowie nach Versuchen im subkutanen Gewebe von Ratten zu folgenden Ergebnissen:

- 1) N2 ist resorbierbar,
- 2) N2 bewirkt eine anfängliche und bleibende entzündliche Antwort im verbleibenden Pulpengewebe und im periapikalen Gewebe und
- 3) N2 bewirkt eine dystrophische Verkalkung.

Beim Überpressen von N2 in die periapikale Region blieben nach OVERDIEK (38) kleinere Partikel nach der Reizphase reaktionslos liegen. Sie wurden abgebaut, zum Teil abtransportiert, aber wirkten nicht mehr toxisch. Bei massiven Überstopfungen empfahl er operativ einzugreifen, da er anhand eines Exzisionspräparates aus der Schleimhaut der Kieferhöhle eine ähnliche Reaktion auf das N2 erwartete wie bei der lebenden Pulpa. Er fand einen Demarkationswall aus Rundzellen.

SARGENTI (43) betonte nach wie vor die positive Wirkung seines N2. So beschrieb er 1975 erneut die Vorteile der seit 20 Jahren erfolgreich praktizierten N2-Behandlung des vitalen und des gangränösen Milchzahnes. Er selbst betrachtete ja auch die von den oben genannten Autoren immer wieder gefundene Nekrose bei Gewebekontakt mit N2 als nicht schädlich. Er sprach zwar nicht von Nekrosen, sondern von einer sklerotischen Zone oder einer Schorfschicht im Anschluß an das N2, und wandte sich gegen den Begriff Nekrose im Sinne einer Abtötung oder Gangränbildung. Ohne Ausbildung einer nekrobiotischen Zone sah er eine Narbenbildung während eines Heilungsverlaufs als unmöglich an. SARGENTI (44) beobachtete im Heilungsverlauf nach der Wurzelfüllung mit N2 zwei Wirkungsphasen:

- 1) Die Einlagephase - Bei ihr herrscht die anaesthetische, hämostatische, antiphlogistische und desinfizierende Wirkung vor. Es bildet sich eine sklerotische Zone aus.
- 2) Die Erhärtungsphase - Das Gewebe wird unter der sklerotischen Schicht in Richtung einer Metaplasie umgewandelt. Es tritt eine Gewebsatrophie ein und damit eine Stilllegung des Zellstoffwechsels.

Aber am Foramen apikale wurde die N2-Wirkung nach seiner Meinung durch den regen Blutkreislauf aufgehoben.

IV. Eigene Untersuchungen

Aufgabe der folgenden Untersuchungen war es

- 1) Das Verhalten einer Ratte auf eine Wurzelbehandlung hin zu testen,
- 2) die Reaktion des wurzelbehandelten Rattenschneidezahnes zu beobachten,
- 3) die Wirkung verschiedener Wurzelfüllmaterialien auf das Pulpengewebe des behandelten unteren Rattenschneidezahnes zu untersuchen.

Als Wurzelfüllmaterialien standen zur Verfügung:

Diaket,

N2,

Nogenol root canal sealer (im Folgenden nur Nogenol genannt).

IV.1. Auswahl der Tiere

Für die Durchführung der Untersuchungen wurden Albino-Ratten vom Typ Osborne-Mendel der XXVII. Generation, die in der Zahn-, Mund- und Kieferklinik der Universität Mainz in Inzucht gezüchtet worden sind, verwendet.

Um sich nicht von vornherein auf einen einheitlichen Reaktionstyp festzulegen, sind Tiere unterschiedlichen Alters und verschiedenen Gewichts für die Versuche ausgewählt worden.

Das Alter der Tiere schwankte zwischen 11 und 13 Monaten.

Die Tiere waren sowohl männlichen wie weiblichen Geschlechts.

Das Gewicht der Tiere lag zu Beginn des Versuchs zwischen 253 g und 484 g.

Alle Tiere waren gesund. Nur einer Ratte fehlte der obere rechte Schneidezahn. Eine der ausgewählten Ratten konnte für den Versuch nicht verwandt werden, da der zu behandelnde Pulpenkanal obliteriert oder zumindest nicht darstellbar war. Sie wurde durch eine etwas ältere Ratte ersetzt.

Es sollte ein Vergleich zwischen 3 verschiedenen Wurzelfüllungsmaterialien angestellt werden. 20 Tiere wurden jeweils mit ein und demselben Wurzelfüllungsmaterial behandelt. Für die gesamte Untersuchung wurden also 60 Tiere verwendet.

Die Tiere lebten sowohl vor wie während des Versuchs in Einzelkäfigen. Ihr Futter bestand aus Altromin und Leitungswasser. Sie zeigten vor dem Versuch normales Verhalten.

IV.2. Durchführung der Versuche

IV.2.1. Instrumentarium und Medikamente

Zum Abtrennen des unteren linken Schneidezahnes wurde ein sehr feiner, langer, spitzer Turbinendiamant verwandt, der den Vorteil hatte, daß die Krone des Zahnes mit der Turbine entfernt werden konnte, ohne das umgebende Zahnfleisch zu verletzen. Außerdem konnte gleichzeitig eine feine Markierung

am rechten unteren Schneidezahn angebracht werden, die während des ganzen Versuches anzeigte, wie weit der linke Schneidezahn gekürzt worden war und um wie viel er im Vergleich zum rechten unbehandelten Zahn nachgewachsen war.

Die Aufbereitung des Wurzelkanals - ca. 15 mm tief - ist mit Kerr-Handbohrern der Größen 1 bis 6 vorgenommen worden, die für 15 mm Eindringtiefe mit wasserunlöslicher Farbe markiert waren.

Abgefüllt wurde der Kanal mit einem ebenfalls für 15 mm Eindringtiefe markierten Lentulo Nr. 1 oder 2.

Für jedes Tier wurden alle Instrumente steril bereitgehalten. Ebenso Papierspitzen verschiedener Größen, Watterollen, Wattlepellets, Heidemann Spatel, Pinzetten, Nadelhalter, Glasplatte mit Anrührspatel, sterile Tücher, sterile Einmalkanülen und sterile Einmalspritzen, 1 ml, eingeteilt in 1/100 ml.

Desinfiziert wurde mit Merfen und H_2O_2 . Cavit diente zum Verschließen des Pulpenkanals koronal.

Getestet wurden die Wurzelfüllungsmaterialien:

- 1) Diaket der Firma Espe GmbH, Seefeld/Oberbayern,
- 2) N2, Dr. Sargenti, Schweiz,
- 3) Nogenol, root canal sealer, der Firma Coe Laboratories Inc., Chicago, USA.

Alle Wurzelfüllungsmaterialien wurden Originalpackungen entnommen. Sie wurden genau nach Vorschrift des Herstellers angemischt.

IV.2.2. Durchführung der Behandlung

Die Behandlung wurde in Vollnarkose vorgenommen. Als Narkosemittel diente Evipan-Natrium. Entgegen der üblichen Dosierung nach Gewichtstabellen wurden die Tiere mit der kleinstmöglichen Narkosemittelmenge betäubt. Die Belastung der Tiere durch die Narkose sollte so gering wie möglich gehalten werden.

Im Schnitt reichten 0,5 ml der nach Anweisung des Herstellers frisch angesetzten Lösung aus, um die Ratte für die Zeit der Behandlung zu betäuben. Die Lösung wurde intraperitoneal gespritzt. Wenn notwendig, wurde eine kleine Menge nachgespritzt.

Während der ganzen Testreihe ist nur eine Ratte gestorben, und zwar am 16. Tag nach der Behandlung. Die Ursache lag sicher nicht in der Zahnbehandlung, soweit es sich an der Reaktion des Zahnes und dessen histologischem Bild beurteilen läßt.

Während der kurzen Einwirkzeit des Betäubungsmittels wurde die Ratte gewogen.

Für die Behandlung selbst haben sich Haltevorrichtungen für die betäubte Ratte nicht bewährt. Sie wurde lediglich auf ein steriles Tuch gelegt. Der Hinterkopf und der Rücken lagen in der linken Hand des Behandlers. Eine dicke Watterolle sperrte das Maul und fixierte gleichzeitig die Zunge im rechten Maulwinkel. Ein Nadelhalter zog die linke Unterlippenseite nach unten. Durch die halbhohle Haltung des Kopfes in der linken Hand des Behandlers war die Übersicht über das Operationsfeld sehr gut. (siehe Abb. IV.1.)



Abb. IV.1.

Die beiden unteren Schneidezähne und das benachbarte Zahnfleisch sind mit Merfen bzw. H_2O_2 desinfiziert worden. Mit einem feinen Turbinendiamanten wurde dann die Zahnkrone des linken unteren Schneidezahnes oberhalb des Zahnfleischsaumes abgetrennt, ohne die Papillen zu verletzen. Zudem wurde in gleicher Höhe des Trennschnittes eine Markierung am rechten unteren Schneidezahn angebracht.

Der Pulpenkanal des abgeschnittenen Zahnes war in der Regel punktförmig offen. Mit einem Kerr-Handbohrer Nr. 1 wurde zunächst der koronale Teil der Pulpa ca. 15 mm tief amputiert. Danach wurde der Wurzelkanal mit dickeren Kerr-Handbohrern bis auf eine Weite der Kerr-Handbohrer-Größe Nr. 6 gebracht. Alle Handbohrer waren auf 15 mm Eindringtiefe markiert.

Es wurden nur Tiere verwendet, deren Kanalaufbereitung komplikationslos verlaufen war.

Der Kanal wurde nach dem Aufbereiten sorgfältig mit sterilen

Papierspitzen getrocknet. Danach wurde er mit auf 15 mm markierten Lentulos abgefüllt, und zwar

- 20 Tiere mit Diaket,
- 20 Tiere mit N2 und
- 20 Tiere mit Nogenol.

Bei den mit Nogenol abgefüllten Kanälen wurden Guttapercha-Stifte nachgeschoben.

Das Wurzelfüllungsmaterial wurde auf sterilen Glasplatten streng nach den Anweisungen des Herstellers angemischt. Der Kanaleingang wurde mit Cavit verschlossen.

In den Fällen, in denen die Narkose während der Behandlung nachließ, sind 0,1 - 0,5 ml Evipan-Natrium-Lösung nachgespritzt worden.

Nach der Behandlung wurden die Tiere unmittelbar in ihren Einzelkäfig zurückgelegt. Fast alle Tiere wachten dort sofort auf.

Das Wachstum der unteren Schneidezähne wurde alle 2 Tage kontrolliert. Sobald der abgeschnittene Zahn seine normale Länge wieder erreicht hatte oder bei Wachstumsverzögerung des behandelten Zahnes der rechte untere nicht behandelte aber markierte Schneidezahn um eine volle Kronenlänge gewachsen war, wurde das betreffende Tier mit CO₂ getötet. Es wurde abschließend wieder gewogen. Die genauen Längen des linken und des rechten Unterkieferschneidezahnes wurden gemessen.

Der Unterkiefer wurde herauspräpariert, in 10 %-igem Formalin fixiert und später entkalkt.

Nach der Gefrierschnitt-Methode wurden histologische Prä-

parate angefertigt. Die Anfärbung der Schnitte erfolgte mit Haematoxylin Eosin.

IV.3. Ergebnisse

IV.3.1. Klinische Ergebnisse

Die Tiere verhielten sich während des Versuches unauffällig. Die Nahrungsaufnahme war normal. Es zeigten sich keine krankhaften Zustände. Nur eine Ratte starb 16 Tage nach der Behandlung, nachdem sie sehr stark an Gewicht verloren hatte.

IV.3.1.1. Gewicht

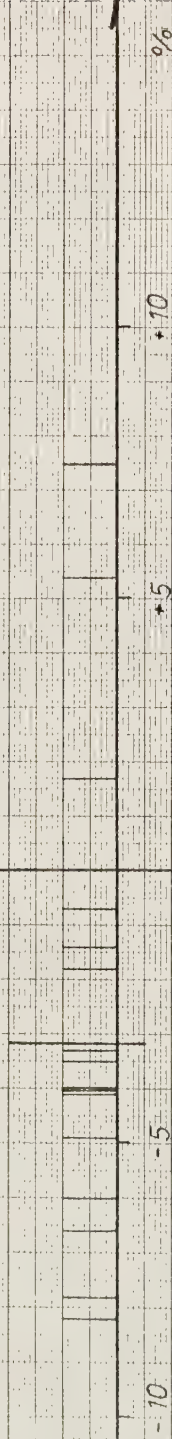
Das Gewicht jeder Ratte wurde im Abstand von 7 Tagen registriert. Die Tiere reagierten auf die Behandlung mit den verschiedenen Wurzelfüllungsmaterialien deutlich unterschiedlich.

15 von 20 Tieren der mit Nogenol behandelten Gruppe erhöhten ihr Gewicht. Der statistische Mittelwert der prozentualen Gewichtsänderung aller Tiere dieser Gruppe lag bei + 2,5 %.

Die meisten Tiere der beiden anderen Versuchsgruppen verloren dagegen nach der Behandlung an Gewicht. Der statistische Mittelwert der prozentualen Gewichtsänderung aller mit Diaket behandelten Tiere lag bei - 3,2 %, von 20 Tieren verringerten 16 ihr Gewicht. Der entsprechende Wert aller

GEWICHTSÄNDERUNG

DIAKET



N2



NOGENOL



mit N2 behandelten Tiere lag bei - 3,0 %, von 20 Tieren nahmen 18 ab.

Die Tendenzen der Gewichtsänderungen der Tiere der 3 verschiedenen Gruppen müssen auf dem verschiedenartigen Einfluß der Wurzelfüllungsmaterialien beruhen, da die Behandlung der Tiere sämtlicher 3 Gruppen in jeder Hinsicht gleich ablief. Die Tendenz zur Gewichtsabnahme der mit Diaket und N2 behandelten Tiere ist negativ einzuschätzen.

Abb. IV.2. gibt die prozentuale Gewichtsänderung der Tiere zwischen Beginn und Ende des Versuches wieder. Jeder senkrechte schwarze Strich markiert ein Tier. Die jeweiligen statistischen Mittelwerte der prozentualen Gewichtsänderungen sind mit einem längeren senkrechten roten Strich eingezeichnet. 3 Tiere der Diaket-Gruppe (- 32 %, - 17,9 %, + 16,4 %) wurden nicht in die graphische Darstellung aufgenommen.

IV.3.1.2. Wachstum der Zähne

Ein normaler unterer Rattenschneidezahn hat im Mittel eine Länge von 33 mm, gemessen vom Apex bis zur Kronenspitze. Von diesen 33 mm wurden während des Versuches durchschnittlich 9 mm Krone abgeschnitten. 15 mm wurden für die Wurzelbehandlung aufbereitet. Nach der Wurzelbehandlung bleiben also noch 9 - 10 mm intakte Wurzel-Pulpa bestehen. (siehe Abb. IV.3.)

Die Regenerationskraft des Rattengewebes kann man 10 - 12 mal so hoch einschätzen wie die des menschlichen Gewebes.

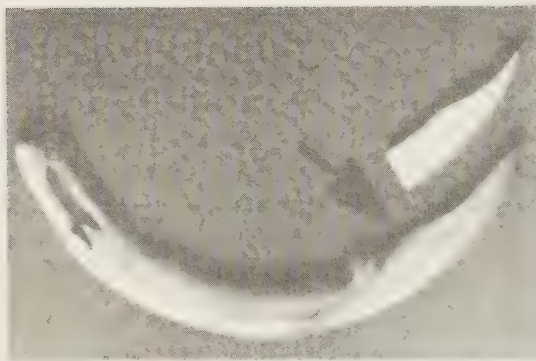


Abb. IV.3.

Rattenzahn und
abgeschnittene
Krone.
Schnittstelle
durch Pfeil
markiert.

Das Foramen apikale der Rattenschneidezähne ist sehr weit und nicht so eingeschnürt wie das des Menschen. Das Keimzentrum am Apex jedes Schneidezahnes steuert das Nachwachsen der einer ständigen Abrasion unterliegenden Schneidezähne der Nagetiere. Es reagiert daher auch ziemlich empfindlich auf medikamentöse Einflüsse wie die der Wurzelfüllungsmaterialien.

Wie bereits erwähnt, richtete sich die Dauer des Versuches nach dem Nachwachsen des wurzelbehandelten Zahnes der einzelnen Ratte bzw. bei Wachstumshemmung des behandelten Zahnes nach dem Wachstum des Nachbarschneidezahnes. So war der Zeitpunkt der Beendigung des Versuches für jede einzelne Ratte verschieden.

Es haben sich charakteristische Unterschiede ergeben.

Die mit Nogenol behandelten Rattenzähne waren in einem Zeitraum von 14 - 16 Tagen weitgehend wieder nachgewachsen.

Dagegen brauchten die Zähne der mit Diaket und N2 behandelten

Ratten einen um 3 - 4 Tage längeren Zeitraum, um wieder vollständig nachzuwachsen, im Diaket-Fall 18 - 20 Tage, im N2-Fall 17 - 21 Tage .

Abb. IV.4. gibt die vom Anfang bis zum Ende der Versuche nachgewachsenen Zahnängen in mm wieder. Jede Markierung entspricht einer Ratte. Die in der Diaket-Gruppe am 16.Tag gestorbene Ratte wurde nicht in die Statistik aufgenommen. DI steht für Diaket, NO für Nogenol, u für die unbehandelten Zähne und b für die behandelten Zähne. /

Echte von der Zeit unabhängige Wachstumshemmungen lagen bei Diaket prozentual nicht deutlich höher als bei Nogenol. Bei Nogenol zeigte 1 Tier von 20 Tieren eine echte Wachstums-
hemmung, bei Diaket 1 Tier aus 19 Tieren.

Bei N2 dagegen hatten von 20 Tieren 3 Tiere echte Wachstums-
hemmungen.

Das Wachstum der beiden unteren Schneidezähne der behandelten Ratten war nicht in allen Fällen gleichmäßig.

Gleiches Wachstum der beiden unteren Schneidezähne lag
bei Diaket in 35 % der Fälle,
bei N2 in 25 % der Fälle,
bei Nogenol in 40 % der Fälle vor.

Schnelleres Wachstum des behandelten Zahnes lag
bei Diaket in 40 % der Fälle,
bei N2 in 40 % der Fälle,
bei Nogenol in 25 % der Fälle vor.

Schnelleres Wachstum des unbehandelten Zahnes lag
bei Diaket in 25 % der Fälle,
bei N2 in 35 % der Fälle,
bei Nogenol in 35 % der Fälle vor.

ZAHN- WACHSTUM	14. TAG			15. TAG			16. TAG			17. TAG			18. TAG			19. TAG			20. TAG			21. TAG		
	DI	N2	NO	DI	N2	NO	DI	N2	NO	DI	N2	NO	DI	N2	NO	DI	N2	NO	DI	N2	NO	DI	N2	NO
	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b	u	b

mm.

10

5

0

u - unbehandelt; b - behandelt

Abb. IV.4.

IV.3.2. Histologische Ergebnisse

Die Wurzelfüllungsmaterialien Diaket, N2 und Nogenol wurden am linken unteren Rattenschneidezahn auf ihre Gewebsverträglichkeit geprüft.

Im Folgenden sind die Einzelergebnisse wiedergegeben. Als Abkürzungen werden verwendet: WFM für Wurzelfüllungsmaterial und WF für Wurzelfüllung.

IV.3.2.1. Wurzelfüllung mit Diaket

Tier Nr.	WFM vorhanden	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
1	histologisch nicht auswertbar				
2	ja	nein	starke Vaskularisation, Nekrose, Infiltrat, Sekundärdentinbildung, Verkalkungsinselformung	nicht vorhanden	Diaket resorbiert und liegt um Gefäße herum oder in Nekrosen
3	ja	stark	starke Vaskularisation, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung	o.B.	Diaket resorbiert
4	ja	stark	starke Vaskularisation	o.B.	
5	ja	ja	neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung	regeneriert, o.B.	

Tier Nr.	WFM vor= handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
6	nein	nein	neues Bindege= webe, Sekun= därtentinbil= dung	o.B.	
7	ja	stark	starke Vasku= larisation, neues Bindege= webe, Sekun= därtentinbil= dung	nicht vor= handen	
8	Reste von Diaket	schwach	starke Vasku= larisation, neues Bindege= webe	nicht vor= handen	
9	Reste von Diaket	stark	Infiltrat, neues Bindege= webe	nicht vor= handen	
10	ja	nein	Nekrosen, leichte Infil= tration, neues Bindegewebe, Sekundärden= tinbildung, Verkalkungsin= seln, starke Vaskularisa= tion	starke Hyperämie	Diaket re= sorbiert und liegt in Nekrosen
11	viel	ja	Nekrosen, zel= lige Infiltra= tion, Sekun= därtentinbil= dung, starke Vaskularisa= tion	o.B.	
12	Reste von Diaket	schwach	zellige Infil= tration, Abs= zeß, neues Bindegewebe, Sekundärden= tinbildung,	o.B.	Diaket re= sorbiert

Tier Nr.	WFM vor=	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
			Verkalkungsinseln, starke Vaskularisation		
13	Reste von Diaket	ja	wenig zellige Infiltration, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung	o.B.	
14	histologisch	nicht	auswertbar		
15	ja	nein	Sekundärdentinbildung	o.B.	
16	ja	schwach	neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, starke Vaskularisation	o.B.	
17	ja	ja	Nekrosen, starke Entzündung, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, starke Vaskularisation	o.B.	
18	nein	nein	starke Nekrosenbildung, zellige Infiltration, neues Bindegewebe, Verkalkungsinseln, starke Vaskularisation	Entzündung	Diaket resorbiert im Gewebe
19	ja	stark	leichte Nekrose, zellige Infiltration,	gute Regeneration, o.B.	

Tier Nr.	WFM handen	vor= im Kanal nach WF	Blutungen im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
----------	------------	-----------------------	---------------------------------	----------------------------------	-------------

			neues Bindegewebe, leichte Sekundärdentinbildung		
20	ja	schwach	Nekrosen, zellige Infiltration, neues Bindegewebe, starke Sekundärdentinbildung, starke Vaskularisation	gut regeneriert, o.B.	

IV.3.2.2. Wurzelfüllung mit N2

Tier Nr.	WFM handen	vor= im Kanal nach WF	Blutungen im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
----------	------------	-----------------------	---------------------------------	----------------------------------	-------------

21	nein	ja	neues Bindegewebe, Verkalkungseinseln, starke Vaskularisation	gut regeneriert, o.B.	
22	nein	ja	Reste einer Entzündung, Verkalkungseinseln, starke Vaskularisation	o.B.	
23	nein	nein	leichte Entzündung, starke Vaskularisation	o.B.	

Tier Nr.	WFM handen	vor= im Kanal nach WF	Blutungen im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
24	nein	ja	zellige Infiltration, Verkalkungsin-seln, starke Vaskularisation	o.B.	
25	nein	stark	starke Entzündung, Abszeß, Nekrosen, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, Verkalkungsin-seln, starke Vaskularisation	leichte Entzündung	starke Entzündung des Pulpengewebes
26	nein	stark	starke Entzündung, Nekrosen, Verkalkungsin-seln, starke Vaskularisation	leichte Entzündung	starke Entzündung des Pulpengewebes
27	nein	ja	starke Entzündung, Abszeß, Nekrosen, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, Verkalkungsin-seln, starke Vaskularisation	o.B.	
28	nein	ja	Nekrosen, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, Verkalkungsin-seln, starke Vaskularisation	o.B.	
29	nein	ja	Entzündung,	o.B.	

Tier Nr.	WFM vor= handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
			Nekrosen, neu= es Bindegewe= be, Sekundär= dentinbildung, Verkalkungsins= seln		
30	nein	ja	zellige Infil= tration, Reste von Nekrose, neues Bindegewe= be, Sekun= därtdentinbil= dung, Verkalk= kungsinseln, starke Vasku= larisation	Hyperämie	
31	nein	ja	Entzündung, Nekrose, neues Bindegewebe, viel Sekundär= dentin, Ver= kalkungsinseln	o.B.	
32	nein	ja	zellige Infil= tration, viel Sekundärden= tin, Verkalk= kungsinseln, starke Vasku= larisation	o.B.	
33	nein	sehr stark	sehr starke Entzündung, großer Abs= zeß	Abszeß erfaßt fast die ganze Pulpa	Zahn nicht gewachsen
34	nein	ja	große Entzün= dung, sehr große nekro= tische Berei= che, neues Bindegewebe, Verkalkungsins= seln	o.B.	

Tier Nr.	WFM vor= handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
35	nein	ja	Entzündung, Nekrosen, Verkalkungen	o.B.	Verkalkungen grenzen gegen Nekrosen ab
36	nein	ja	Entzündung, Abszeß, Nekrosen, Verkalkungsiseln, starke Vaskularisation	Hyperämie	
37	nein	schwach	Entzündung, Nekrosen, Verkalkungsiseln, starke Vaskularisation	Hyperämie	
38	nein	schwach	Entzündung, Nekrosen, Verkalkungsiseln, starke Vaskularisation	leichte Hyperämie	
39	nein	stark	schwache Entzündung, nekrotische Bereiche, Verkalkungsiseln	o.B.	im ganzen schwächere Reaktion
40	nein	stark	Entzündung, Nekrosen, Abszeß, Verkalkungsiseln	nicht vor= handen	

IV.3.2.3. Wurzelfüllung mit Nogenol

Tier Nr.	WFM vor= handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
41	nein	ja	leichte zellige Infiltration, neues Bindegewebe, Sekundärden= tinbildung, Verkalkungsin= seln, starke Vaskularisa= tion	o.B.	
42	ja	nein	Entzündung, Sekundärden= tinbildung, starke Vasku= larisation	o.B.	
43	nein	schwach	schwache Ne= krose, neues Bindegewebe, starke Sekun= därden= tinbil= dung	nicht vor= handen	
45	nein	schwach	schwache Ent= zündung, schwache Ne= krose, neues Bindegewebe, starke Sekun= därden= tinbil= dung	o.B.	
46	nein	nein	starke Sekun= därden= tinbil= dung, starke Vaskularisa= tion	leichte Hyperämie	
47	histologisch nicht auswertbar				
48	nein	nein	Entzündung, Sekundärden= tinbildung, starke Vasku= larisation	o.B.	

Tier Nr.	WFM vor= handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
49	viel	ja	Entzündung, Nekrosen, neues Bindegewebe, starke Sekundärdentinbildung	nicht auswertbar	
50	ja	nein	Entzündung, sehr starke Nekrose, neues Bindegewebe, Verkalkungsinselform, starke Vaskularisation	Hyperämie	Nogenol resorbiert
51	ja	nein	Abszeß, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, starke Vaskularisation	o.B.	
52	ja	ja	Entzündung, schwache Nekrosen, Sekundärdentinbildung, Verkalkungsinselform	o.B.	Nogenol abgekapselt
53	ja	ja	schwache Entzündung, schwache Nekrose, neues Bindegewebe, Sekundärdentinbildung, kleine Abszesse, starke Vaskularisation	o.B.	Reste von Nogenol in Bindegewebe und Nekrosen
54	ja	stark	schwache Entzündung, Nekrosen, neues Bindegewebe,	o.B.	Nogenol in neuem Bindegewebe

Tier Nr.	WFM vor- handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
			Sekundärden= tinbildung, Verkalkungsin= seln		
55		histologisch nicht	auswertbar		
56	ja	ja	Entzündung, schwache Ne= krose, starke Sekundärden= tinbildung	o.B.	Entzündung um Nogenol, mit der Bildung von Sekundär= dentin geht die Nekrose zurück
57	ja	ja	schwache Ent= zündung, star= ke Nekrose, Sekundärden= tinbildung, Verkalkungsin= seln umgeben von nekro= tischem Binde= gewebe	o.B.	mehrere kleinere nekrotische Bereiche bis tief in die Pulpa
58	ja	ja	schwache Ent= zündung, schwache Ne= krose, starke Sekundärden= tinbildung, Verkalkungsin= seln, starke Vaskularisa= tion	o.B.	starke Vas= kularisa= tion um Verkal= kungsin= seln, Noge= nol resor= biert
59	viel	ja	schwache Ent= zündung, schwache Ne= krose, starke Sekundärden= tinbildung und Verkalkungen, starke Vasku= larisation	Entzündung	

Tier Nr.	WFM vor- handen	Blutungen im Kanal nach WF	Pulpengewebe im Anschluß an die WF	Pulpengewebe im apikalen Bereich	Bemerkungen
60	viel	schwach	neues Bindegewebe	o.B.	
61	ja	schwach	schwache Entzündung, Nekrosen, neues Bindegewebe umgibt Nogenol, Sekundärdentinbildung	o.B.	Bindegewebe mit schwacher Entzündung und Nogenol

IV.3.2.4. Beispiele histologischer Schnitte

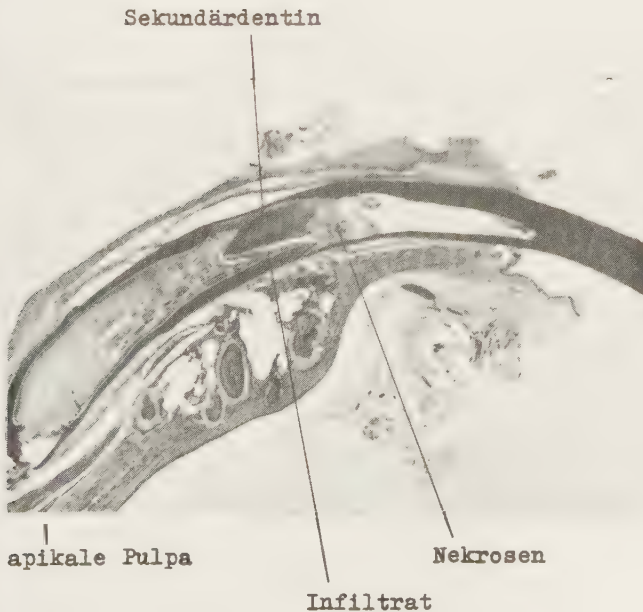


Abb. IV.5.
Tier Nr. 18
Diaket

— nachgewachsener
Zahn

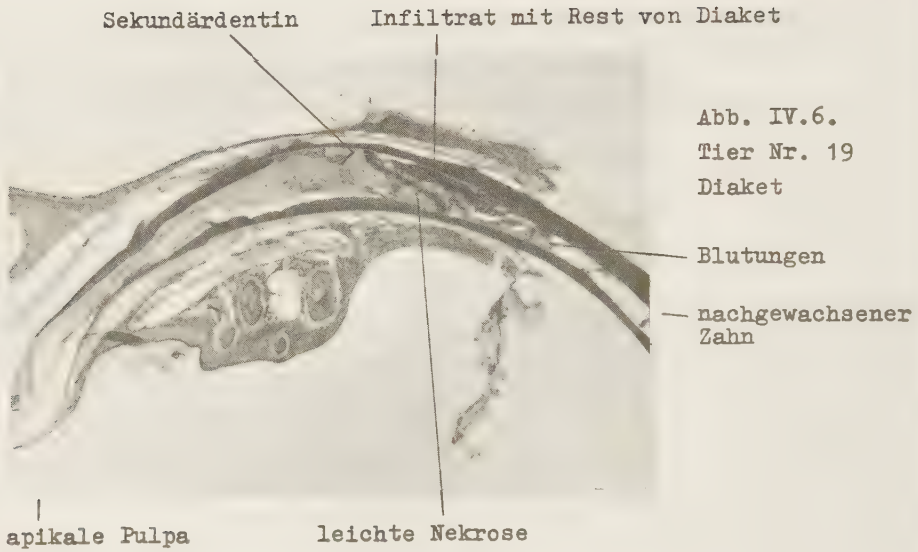


Abb. IV.6.
Tier Nr. 19
Diaket

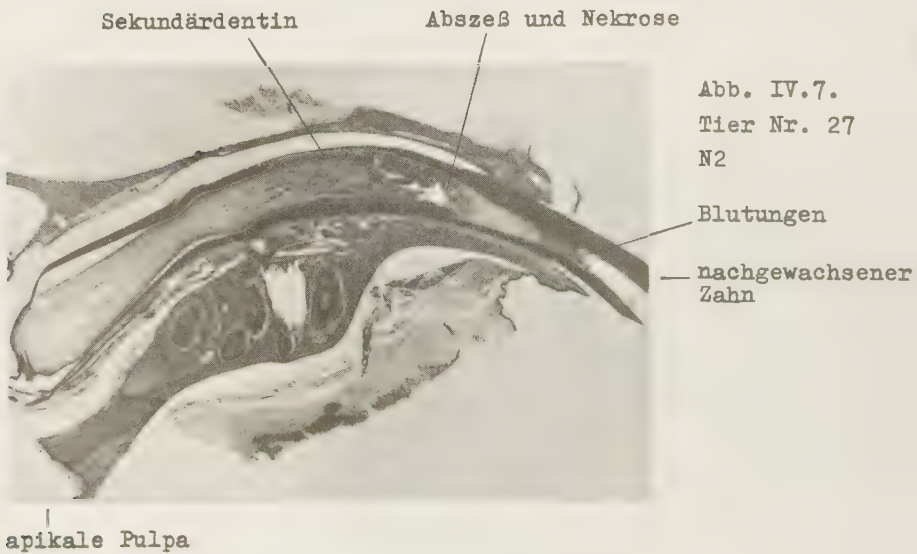


Abb. IV.7.
Tier Nr. 27
N2

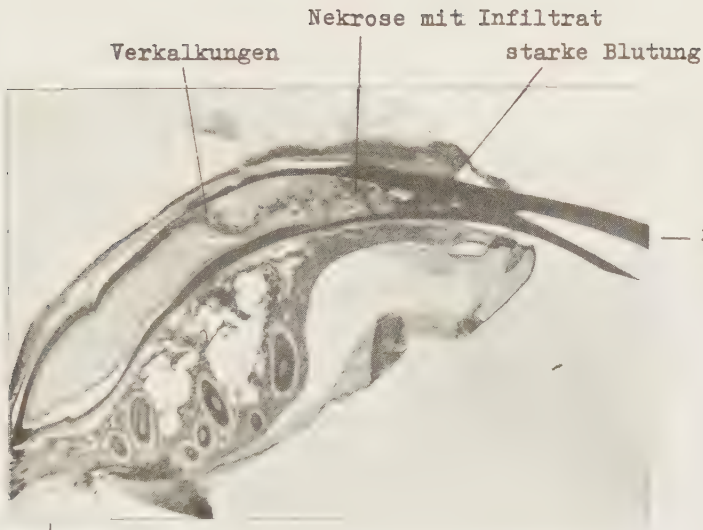


Abb. IV.8.
Tier Nr. 35
N2

— nachgewachsener
Zahn

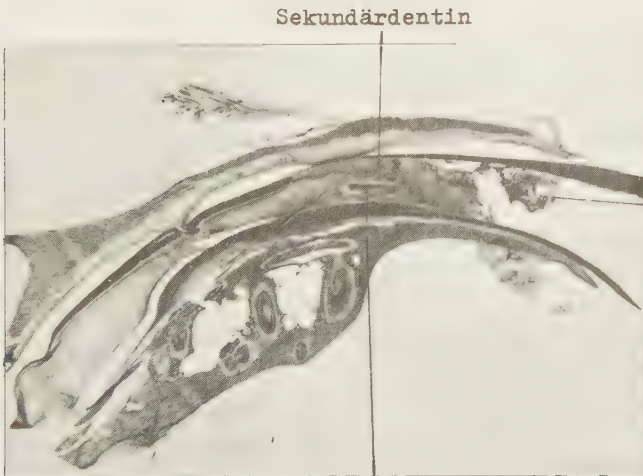


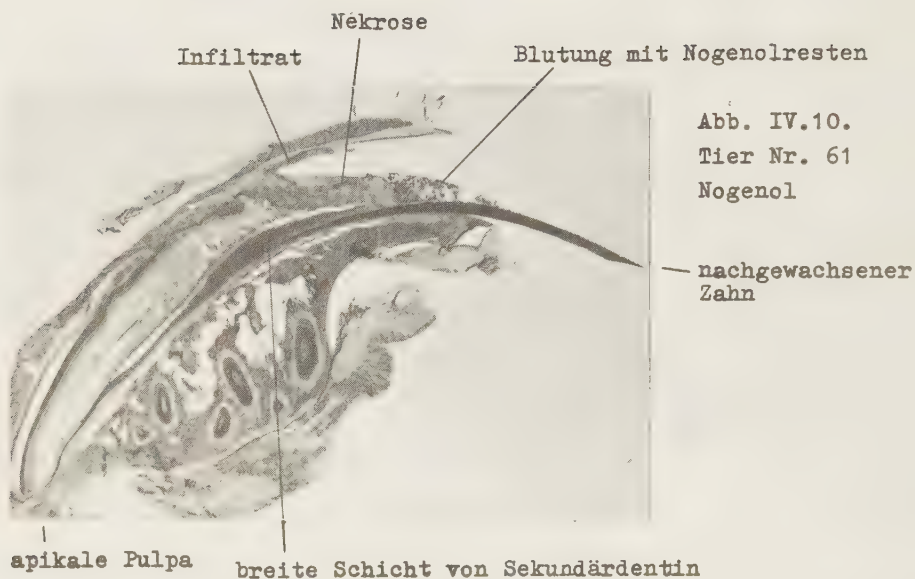
Abb. IV.9.
Tier Nr. 58
Nogenol

— Blutung

— nachgewachsener
Zahn

apikale Pulpa

Verkalkung umgeben
von Infiltrat



IV.3.2.5. Statistische Diagramme

In den Abbildungen IV.11., IV.12. und IV.13. werden die folgenden Abkürzungen verwendet:

DI für Diaket

NO für Nogenol

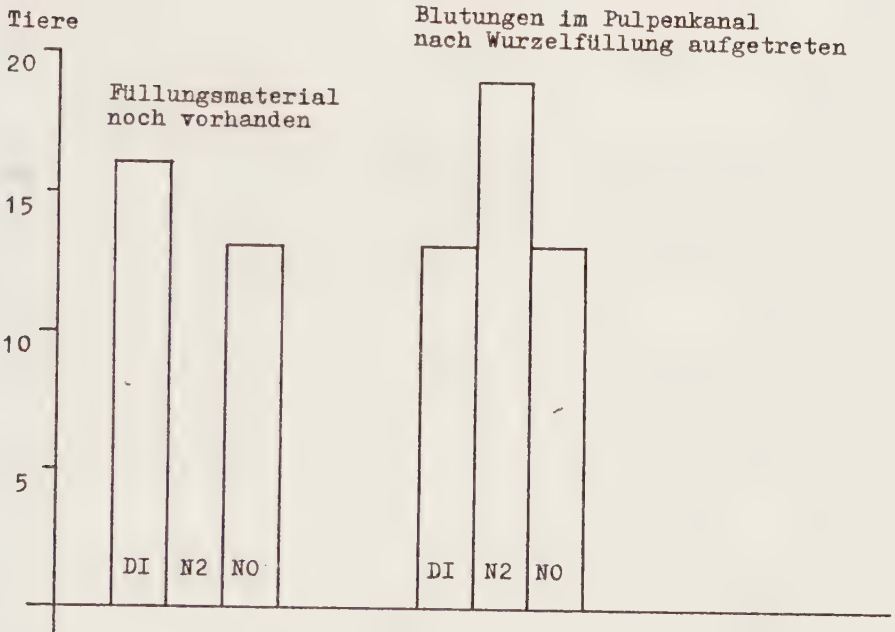


Abb. IV.11.

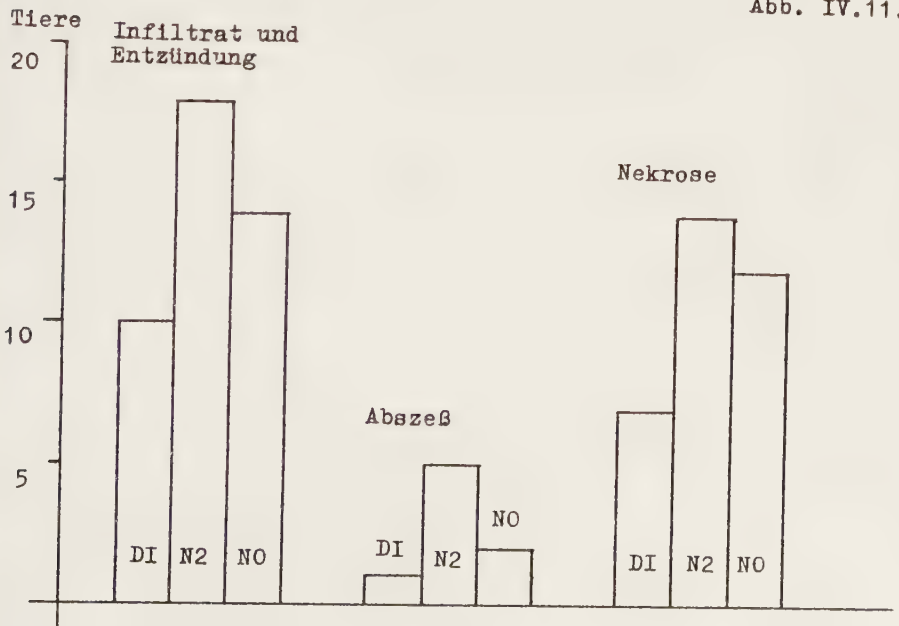


Abb. IV.12.

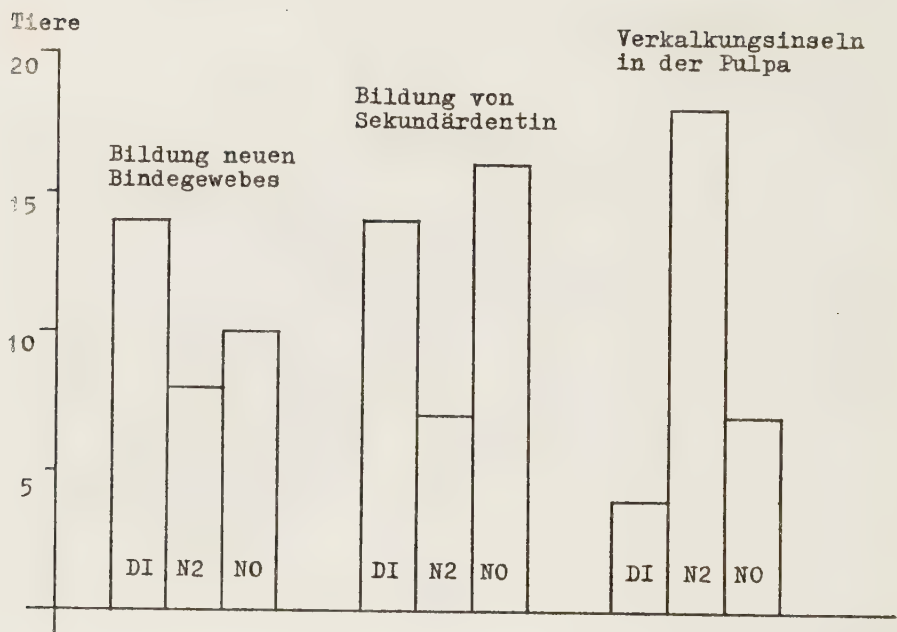


Abb. IV.13.

V. Kritische Diskussion

Der Rattenschneidezahn erwies sich bei den vergleichenden Untersuchungen der 3 Wurzelfüllungsmaterialien Diaket, N2 und Nogenol als geeignetes Objekt. Nach dem Abtrennen der Krone war der einzige Wurzelkanal leicht zu finden und konnte ohne Schwierigkeiten behandelt werden.

Gegenüber ähnlichen Untersuchungen an Rattenmolaren durch MURUZABAL et al. (33) war die beschriebene Methode sehr viel einfacher. Der Rattenmolar ist, verglichen mit dem Schneidezahn, sehr viel kleiner. Er hat mehrere winzige Kanäle und ist schwierig aufzubereiten und abzufüllen.

Die Verhältnisse bei Rattenschneidezähnen sind ganz sicher mit denen menschlicher Zähne nicht zu vergleichen. Doch kann angenommen werden, daß das Pulpengewebe des Rattenzahnes auf fremde Einflüsse ähnlich wie das Pulpengewebe des Menschenzahnes reagiert. Der Schneidezahn von Nagetieren unterliegt einer ständigen Abrasion. Infolge seines speziellen Baues mit eigenem Keimzentrum wächst er aber auch kontinuierlich nach. Den Einfluß des Wurzelfüllungsmaterials auf das Keimzentrum über den Apex hinaus durch das weite Foramen apikale sollte man an Wachstums-Hemmung oder -Förderung der behandelten Zähne erkennen können. Die Pulpa des Rattenschneidezahnes und das mit ihr kommunizierende Keimzentrum haben sicher einen viel größeren Stoffwechsel als die Pulpa des Zahnes vom erwachsenen Menschen.

Absolute Gewebsverträglichkeit, also völlig neutrales Verhalten gegenüber den umgebenden Geweben, ist die wichtigste Forderung an ein Wurzelfüllungsmaterial. Noch besser wäre es natürlich, wenn die Heilung eingeleitet oder gefördert würde.

Bei den hier beschriebenen Versuchen konnten nicht zu übersehende Unterschiede in den Reaktionen der Zähne auf die verschiedenen Wurzelfüllungsmaterialien beobachtet werden. Die Gewebsverträglichkeit von Diaket, N2 und Nogenol wurde tierexperimentell untersucht

- 1) an der Kontaktzone des Wurzelfüllungsmaterials und der verbliebenen Pulpa,
- 2) im Bereich des apikalen Pulpengewebes,
- 3) im Hinblick auf das Zahnwachstum und
- 4) im Hinblick auf das Gewicht der Tiere.

zu 1):

An der Kontaktzone Wurzelfüllungsmaterial-Pulpa zeigten sich gravierende Unterschiede. Diese Unterschiede lassen sich statistisch schlecht darstellen, da nicht die Anzahl von Blutungen, Entzündungen oder Nekrosen entscheidend war, sondern ihre Qualität.

In 5 von 20 Fällen traten nach Abfüllen des Kanals mit Diaket starke Blutungen auf, wobei von den 5 Fällen 1 Ratte abgezogen ist, weil ihr Kanal vor dem Abfüllen - trotz großer Mühe, ihn trocken zu legen - immer noch blutete. In 4 Kanälen traten schwache Blutungen auf. Die Kanäle waren vor dem Abfüllen bis auf einen trocken.

Bei den mit N2 behandelten Tieren wurden bei 19 aus 20 Fällen sehr starke und ausgedehnte Blutungen beobachtet. Alle Kanäle waren vor dem Abfüllen trocken. N2 muß eine Komponente enthalten, die auf die Blutgefäße besonders schädigend wirkt und zum massiven Austritt von Blutkörperchen führt. Diese Beobachtungen stehen in krassem Gegensatz zur Behauptung SARGENTIS (42), N2 habe eine hämostatische Wirkung.

Nogenol zeigte dagegen in Bezug auf Blutungen die schwächste Reaktion. Es trat nur 1 starke Blutung auf und 12 ganz schwache. Alle Kanäle waren vor dem Abfüllen trocken.

Unterschiede bestehen auch in der Bildung von Entzündungen und Nekrosen in der Kontaktzone.

Diaket zeigte durchweg eine typische Reihenfolge von Strukturen im histologischen Bild. Auf die Blutung folgt fast immer ein Bereich mit Nekrosen z.T. mit Diaket-Einschlüssen, dann ein Bereich mit Infiltration bis zu Entzündungen, diese Bereiche werden von neugebildetem Bindegewebe und Sekundärdentin abgegrenzt, ein gut regeneriertes Pulpengewebe schließt sich an. Alle 10 Infiltrationen und Entzündungen waren bis auf 1 Fall von leichterer Qualität. In 7 Fällen traten Nekrosen auf, davon in 1 Fall massiv, aber alle Nekrosen lagen oberflächlich.

N2 zeigte ein ganz anderes Bild. In 3 Fällen traten Infiltrationen auf, aber in 15 von den 20 Fällen z.T. schwere Entzündungen im Pulpenkanal. In 5 Fällen konnte man Abszesse erkennen und in 14 Fällen zeigten sich Nekrosen. Im ganzen ist das histologische Bild von Nekrosen, Entzündungen und Abszessen geprägt. In 18 Präparaten sind zahlreiche Verkalkungsiseln zu sehen, in 7 Fällen Sekundärdentinbildung und in 8 Fällen Bildung von neuem Bindegewebe.

Bei den mit Nogenol behandelten Zähnen fällt als erstes eine massive Sekundärdentinbildung auf, die charakteristisch ist. In 12 Fällen treten Nekrosen auf, die jedoch im Vergleich zu denen der Diaket-Ratten ein ganz anderes Aussehen haben. Kleinere nekrotische Bezirke liegen verstreut und nicht so oberflächlich. In 13 Fällen sind Entzündungen zu sehen, die aber vorwiegend leichterer Art sind, in einem Fall eine zellige Infiltration. Bei 2 Tieren traten kleinere Abszesse

auf. Das ganze histologische Bild ist im Gegensatz zu den Diaket-Ratten insofern verändert, als bei Nogenol-Ratten auf die Blutung erst eine Zone der Nekrose folgt, dann eine Abgrenzung durch neues Bindegewebe und Sekundärdentin, danach findet man in der weiter nach apikal liegenden Pulpa wieder kleinere Nekrosen. Der Einfluß von Nogenol auf die Pulpa scheint tiefer reichend und stärker zu sein als der des Diakets. Vermutlich ist dieser Reiz auch der Grund für die extrem starke Bildung von Sekundärdentin, und zwar in 16 von 18 Fällen. Die Präparate von 2 Tieren konnten histologisch nicht ausgewertet werden.

Zwischen 50% und 66% der behandelten Rattenzähne zeigten eine sehr starke Vaskularisation. Die Pulpa der Rattenschneidezähne ist normal schon gut vaskularisiert, wie alle Zähne, die im Wachstum begriffen sind. Aber im Vergleich zu unbehandelten Rattenschneidezähnen waren Anzahl und Füllungsgrad der Gefäße deutlich erhöht.

zu 2):

Die Wirkung des Wurzelfüllungsmaterials auf das Pulpengewebe im apikalen Bereich ist deutlich abgeschwächt. Bei Diaket wurden nur 1 Fall von starker Hyperämie und 1 Fall von Entzündung beobachtet. N2 erfüllte in 7 aus 20 Fällen nicht die Forderung nach Gesunderhaltung des apikalen Bereichs. In 1 Fall trat ein sich im gesamten Pulpengewebe ausbreitender Abszeß auf, außerdem in 2 Fällen eine leichte Entzündung und in 4 Fällen Hyperämie. Nogenol löste im apikalen Pulpenbereich 3 mal Hyperämie oder Entzündung aus.

Die Beeinflussung des apikalen Bereichs der Pulpa durch Diaket und Nogenol ist im Gegensatz zu der durch N2 gering=

gradig und nicht signifikant.

zu 3):

Der Einfluß der Wurzelfüllungsmaterialien auf die Keimzentren der behandelten Zähne und damit auf ihr Wachstum wurde in Kapitel IV.3.1.2. diskutiert.

Alle 3 Wurzelfüllungsmaterialien zeigten generell keinen wesentlichen Einfluß auf das Wachstum überhaupt, nur ergaben sich Unterschiede in der für gleiches Längenwachstum benötigten Zeit. Die mit Nogenol behandelten Zähne brauchten weniger Zeit. Vielleicht besteht ein Zusammenhang zwischen der sehr starken Sekundärdentinbildung und dem schnelleren Wachsen dieser Zähne.

zu 4):

Der Einfluß der Wurzelfüllungsmaterialien auf das Gewicht der Ratten wurde in Kapitel IV.3.1.1. diskutiert.

Die mit Diaket und N2 behandelten Ratten verringerten im Mittel kontinuierlich ihr Gewicht, während die mit Nogenol behandelten Ratten im Mittel deutlich zunahmen.

Untersuchungen zahlreicher Autoren über Diaket, N2 und Nogenol führten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen.

Dem Diaket schreibt LENK (27) 'eine gewisse gewebsreizende Wirkung' zu. SCHUBERTS (50) implantierte Versuchskörper von Diaket riefen ebenfalls erhebliche Entzündungen hervor

und seine Einzellertests zeigten bis zum 10. Tag eine gleichmäßig schädigende Wirkung des Diakets. ERAUSQUIN und MURUZABAL (8) beobachteten nach Wurzelfüllungen von Rattenmolaren mit Diaket und industriellen Epoxy-Resinmaterialien persistierende Zellinfiltrationen im periapikalen Bereich, polymorphkernige Leukozyten, Makrophagen und Riesenzellen, Entzündungen und Nekrosen. Nur war bei den handelsüblichen auf Resinbasis aufgebauten Wurzelfüllungsmaterialien wie Diaket die Reaktion im allgemeinen schwächer. SCHEUFELE (45) und KLUCZKA und ROZEIK (23) dagegen konnten bei ihren Implantationsuntersuchungen keine entzündlichen Reaktionen feststellen. Auch WÄCHTER (56) konnte an Zellkulturen keine Wirkung des Diaket auf die Umgebung finden.

Die bei der Behandlung mit N2 aufgetretenen Nekrosen sollen nach SARGENTI (44) unabdingbar im Sinne einer Heilung der Pulpawunde auftreten. Nach seiner Meinung vollzieht sich die Regeneration unter einer nekrobiotischen Schorfschicht aus dem gesunden Pulpengewebe heraus. KETTERL (21), ITEN (16), MAEGLIN (28), OVERDIEK (37), SCHUBERT (51), HERTWIG (14) und FULDE (11) betrachteten die kurz nach Beginn der Behandlung auftretenden Nekrosen mit Sorge. Allerdings sind heute einige der genannten Autoren der Meinung, daß eine Wundheilung in der Pulpa selten ohne Nekrose oder Nekrobiose auskommt. OVERDIEK (37) vermutete eine gefäßtoxische Wirkung des N2. Er beobachtete Hämorrhagien und Blutextravasate bei Kontakt des N2 mit lebendem Gewebe, außerdem Gefäßerweiterungen, begleitet von serösen Infiltraten. ITEN (16) fand apikalwärts Stase mit Thrombenbildung. SPANGBERG (53) beobachtete bei implantiertem N2 in Mandibeln von Meerschweinchen ausgedehnte Nekrosen, die ihr Maximum nach 1 Woche hatten. Nach 12 Wochen waren die Nekrosen zwar resorbiert und durch Granulationsgewebe ersetzt, nur fand er keinerlei Zeichen von Knochenneubildung.

CRANE et al. (6) haben Nogenol in das Wangentaschengewebe

von Hamstern injiziert und daraufhin im Gewebe wesentlich weniger Entzündungszellen nachweisen können als bei vergleichbaren Mitteln.

VI. Zusammenfassung

Die Gewebsreaktionen der Wurzelfüllungsmaterialien Diaket, N2 und Nogenol sind in tierexperimentellen Untersuchungen geprüft und verglichen worden. Die Wurzelfüllungen wurden an linken unteren Schneidezähnen von 60 Albinoratten vorgenommen. Die Krone des Schneidezahnes wurde so weit entfernt, bis der Pulpenkanal offen war. Die Wurzelbehandlung wurde nach den allgemein üblichen Regeln durchgeführt. 20 Tiere wurden mit je einem Material behandelt. Der Versuch wurde beendet, wenn der gekürzte Zahn wieder vollständig nachgewachsen war oder - bei Wachstumshemmung - der rechte untere Schneidezahn um eine ganze Kronenlänge nachgewachsen war. Entzündungsreaktionen, Nekrosen, Verkalkungen und Sekundärdentinbildung wurden bei allen 3 Wurzelfüllungsmaterialien beobachtet, doch zeigten sich bei genauerer Auswertung charakteristische Unterschiede. Ebenso zeigten sich Unterschiede in der Gewichtsänderung der Ratten während des Versuches, sowie im Längenwachstum der behandelten Zähne pro Zeiteinheit.

Abschließend kann gesagt werden, daß sowohl Diaket wie Nogenol in Bezug auf Gewebefreundlichkeit dem N2 zweifelsfrei überlegen sind. Ob dem Nogenol Diaket vorzuziehen ist oder umgekehrt, kann durch diese Arbeit nicht entschieden werden. Beide Materialien zeigen z.T. ernst zu nehmende Reaktionen in Kontakt mit dem Pulpengewebe des Zahnes. Ob die im Vergleich größeren Nekrosen und Entzündungen an der Kontaktfläche des Diaket mit dem Pulpengewebe ein größeres Gewicht haben als die zahlreicheren sehr viel kleineren Nekrosen nach der Behandlung mit Nogenol, die aber dafür tiefer in der Pulpa liegen, sollten weitere Versuche über längere Zeiträume zeigen.

VII. Literaturverzeichnis

1. Asano, S. :
Clinico-pathological study of direct pulp capping and immediate root canal filling after vital pulp extirpation with N2 and Calvital.
Shikwa Gakuho 73 (1973) H.6, 989 - 1043
2. Böckmann, G., R. Rottke und W. Strothmann :
Untersuchungen über die Porosität von erhärteten Wurzelkanalfüllmaterialien.
Dtsch. Zahnärztebl. 10 (1956), 527
3. Böckmann, G., R. Rottke und W. Strothmann :
Untersuchungen über die Wasseraufnahme von Wurzelkanalfüllmaterialien.
Dtsch. Zahnärztebl. 10 (1956), 567
4. Böckmann, G., R. Rottke und W. Strothmann :
Abschließende Untersuchungen über die Wandständigkeit von erhärteten Wurzelkanalfüllmaterialien.
Dtsch. Zahnärztebl. 11 (1957), 75
5. Coolidge, E. O. :
Endodontology.
Lea & Febiger, Philadelphia 1956
6. Crane, D., J. B. Moser, E. J. Kaminski, G. W. Marshall, B. Sharma und E. H. Greener :
Biological and physical properties of an experimental Non-Eugenol Endodontic Sealer.
J. Dent. Res. (1975) Special Issue A, 58
7. Engström, B. und L. Spangberg :
Effect of root canal filling material N2 when used for filling after partial pulp ectomy.
Svensk Tandläk. T 62 (1969) H.12, 815

8. Erausquin, J. und M. Muruzabal :
Tissue reaction to root canal fillings with plastic cements.
Oral Surgery, Medicine, Pathology 29 (1970), 91 - 101
9. Erausquin, J. und M. Muruzabal :
Tissue reaction of root canal filling with absorbable pastes.
Oral Surgery, Medicine, Pathology 28 (1969), 567 - 578
10. Franke, J. :
Möglichkeiten und Grenzen der Therapie in der Konservierenden Zahnheilkunde.
Dtsch. Zahnärztebl. 17 (1963), 372
11. Fulde, H. :
Erfahrungen mit dem N2-Wurzelbehandlungsverfahren.
Dtsch. Stomat. 8 (1960), 608
12. Held, A. J. :
Traitements Dentaires Conservateurs.
Georg, Genève 1954
13. Herfert, O. :
Zur Chemie des Wurzelfüllmittels N2.
Dtsch. Stomat. 10 (1960), 501
14. Hertwig, G. :
Wandständigkeit und Durchlässigkeit von Wurzelfüllmitteln.
Zahnärztl. Prax. 2 (1958), 1
15. Holl6, J. :
Vergleichende Untersuchungen von AH26, Diaket A, N2 normal und Riebler Paste.
Fogorv. Szle 67 (1974) H.8, 228 - 230
16. Iten, J. :
Klinische und histologische Untersuchungen mit dem Wur=

zelfüllmaterial N2.

Med. Diss., Basel 1957

17. Karbach, R. D. :

Tierexperimentelle Untersuchungen über die Wurzelfüllmaterialien N2 und AH26.

Med. Diss., Mainz 1971

18. Keresztesi, K. und G. Kellner :

Der Einfluß einiger zur orthograden Wurzelfüllung gebräuchlicher Materialien auf das Gewebe (Versuche an Zellkulturen).

Öst. Z. Stomat. 61 (1964), 413

19. Ketterl, W. :

Die Pulpen- und Wurzelbehandlung.

Praxis der Zahnheilkunde A12 (1972), 65

20. Ketterl, W. :

Histologische Untersuchungen an vital-exstirpierten Zähnen.

Stoma (Heidelberg) 16 (1963), 85

21. Ketterl, W. :

The role of root filling in vital exstirpation.

Dtsch. Stomat. 18 (1968), 514 - 522

22. Ketterl, W. :

Die Überfüllung des Wurzelkanals.

Zahnärztl. Prax. 10 (1959), 209

23. Kluczka, J. und F. Rozeik :

Vergleichende Untersuchungen über die Gewebsverträglichkeit von AH26, Diaket und Palavit im Tierexperiment.

Zahnärztl. Welt 63 (1962), 455

24. Köttgen, W. :

Tierexperimentelle Untersuchungen über die Wurzelfüll-

materialien Diaket und Riebler-Paste.
Med. Diss., Mainz 1971

25. Krause, A. :

Die Wurzelbehandlungsmethode nach Dr. Sargenti.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 11 (1957), 421

26. Langeland, K., J. Guttuso, L. K. Langeland und G. Tobon :

Methods on the study of biologic responses to endodontic materials. Tissue response to N2.
Oral. Surg. 27 (1969), 522

27. Lenk, F. :

Klinische Erfahrung bei der Anwendung rationeller Wurzelbehandlungsmethoden.
Dtsch. Stomat. 11 (1961), 843

28. Maeglin, B. :

Wurzelfüllmaterialien (Spezifikation).
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 70 (Merkblatt November)

29. Maizumi, H. und E. Sauerwein :

Die Wirkung verschiedener Vitalerhaltungs- und Wurzelfüllmittel auf Gewebekulturen.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 17 (1962), 1628

30. Maizumi, H. und E. Sauerwein :

Die Wirkung verschiedener Vitalerhaltungs- und Wurzelfüllmittel auf Gewebekulturen.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 17 (1962), 1632

31. Melczer, K. :

Die Vorteile von N2 bei der Pulpenbehandlung von Milchmolaren.
Fogorv. Szle 65 (1972) H.11, 348

32. Motsch, A. :

Klinische Untersuchungen über die N2-Therapie.

Zahnärztl. Welt 18 (1956), 501

33. Muruzabal, M., J. Erausquin und F. Devoto :
A study of periapical overfilling in root canal treatment
in the molar of rat.
Arch. oral Biol. 11 (1966), 373
34. Oliet, S. :
Evaluation of culturing in edodontic therapy.
Oral Surg., Oral Med., Oral Path. 28 (1962), 889
35. Orban, B. J. :
Zit. bei SARGENTI: Die wissenschaftliche Untermauerung
des N2.
Zahnärztl. Prax. 13 (1962), 164
36. Overdiek, H. F. :
Zur Gewebsreaktion auf implantierte Wurzelfüllmaterialien
im Vergleich zum N2.
Zahnärztl. Rdsch. 69 (1960), 402
37. Overdiek, H. F. :
Pulpenreaktion auf N2 im Kurzzeitversuch.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 15 (1960), 787
38. Overdiek, H. F. :
Gewebsreaktionen nach Überstopfung des Wurzelkanals mit
N2-normal.
Zahnärztl. Rdsch. 73 (1964), 236
39. Preyers, W. W. :
Vergleichende experimentelle Untersuchungen über das
Wurzelfüllmittel N2.
Med. Diss., Mainz 1968
40. Sargenti, A. G. :
Rationelle Wurzelbehandlung.
Die Quintessenz, Berlin 1968

41. Sargenti, A. G. und Richter :
Die N2-Wurzelbehandlung.
Agsa, Locarno 1954
42. Sargenti, A. G. :
Untersuchungen über die Eigenschaften des N2.
Zahnärztl. Welt 16 (1957), 448 - 450
43. Sargenti, A. G. :
Die rationelle Wurzelbehandlung der Milchzähne mit N2.
Zahnärztl. Prax. 26 (1975) H.9, 198 - 200
44. Sargenti, A. G. :
Histologie der Pulparesten unter N2.
Quintessenz 15 (1964), 35
45. Scheufele, J. :
Untersuchungen und Erfahrungen mit dem neuartigen Wurzel-
füllmittel Diaket.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 7 (1952), 913
46. Schmitt, W. :
Die chemischen Grundlagen der erhärteten Wurzelfüllungen.
Zahnärztl. Welt 6 (1951), 374
47. Schönherr, R. und K. H. Brauer :
Röntgenologische und histologische Befunde von mit N2
behandelten pulpitischen Zähnen.
Zahnärztl. Prax. 14 (1964), 161
48. Schröder, A. :
Mitteilungen über die Abschlußdichtigkeit von Wurzelfüll-
materialien und erster Hinweis auf ein neuartiges Wurzel-
füllmittel.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 64 (1954), 921
49. Schubert, L. :
Über das einlagefreie Wurzelbehandlungsverfahren nach

Riebler.

Zahnärztl. Welt 60 (1959), 353

50. Schubert, L. :

Über die Gewebsverträglichkeit einiger Kunstharz-
Wurzelfüllmittel.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 9 (1954), 267

51. Schubert, L. :

Die Wurzelbehandlungsmethode mit N2 experimentell und
klinisch gesehen.

Zahnärztl. Welt 22 (1959), 625

52. Spangberg, L. :

Studies on root canal medicaments.

Svensk Tandläk. T 64 (1971) H.1, 1

53. Spangberg, L. :

Biologic effects of root canal filling materials.

Oral Surgery, Medicine, Pathology 38 (1974), 934 - 944

54. Tracksdorf, H. :

Erste praktische Erfahrungen mit der N2-Wurzelbehand-
lungsmethode.

Dtsch. Zahnärztebl. 13 (1959), 222

55. Tschamer, H. :

Vorläufige klinisch-röntgenologische Kontrollergebnisse
nach Wurzelkanalfüllungen mit den Wurzelfüllmitteln AH26
(De Trey), Renium, Cardex, N2 (Sargenti) und der kunst=
harz kombinierten Wurzelfüllmasse nach Riebler.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 18 (1963), 394

56. Wächter, R. :

Untersuchungen über das Wurzelfüllmittel Diaket.

Zahnärztl. Welt 8 (1953), 281

57. Younis, Hembree :

Leakage of different root canal sealants.

Oral Surgery, Medicine, Pathology 41 (1976), 777 - 784

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. F. Lampert für die Überlassung des Themas dieser Arbeit danken.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Dr. W. Ketterl für die Ermöglichung der Arbeit durch das Zurverfügungstellen von Tieren und von Hilfsmitteln seiner Abteilung.

Frau B. Birnbaum danke ich für die Anfertigung der histologischen Schnitte.

Nicht zuletzt danke ich Frau Dr. D. Freund vom Anatomischen Institut der Universität Mainz für die histologische Beratung.

Lebenslauf

Geboren am 15.6.1935 in München als Tochter von Diplom-Ingenieur Wolfgang Hauenschild und seiner Ehefrau Eva, geb. Kudicke.

Grundschule von 1941 - 1945 in Görlitz (Schlesien), von 1945 - 1946 in Hamburg-Blankenese.

Wissenschaftliche Oberschule von 1946 - 1954 in Hamburg, Abschluß: Abitur (16.2.1954).

Berufsausbildung zur chemisch-technischen Assistentin von April 1954 - März 1956 am Institut für Fischverarbeitung, Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg. Staatlicher Abschluß als chemisch-technische Assistentin am 26.3.1956.

Berufsausübung als chemisch-technische Assistentin:

April 1956 - Oktober 1957 bei der Firma Oehme & Baier in Hamburg,

Oktober 1957 - Dezember 1958 an der Medizinischen Klinik der Universität Marburg (auch als medizinisch-technische Assistentin),

Januar 1959 - Oktober 1963 am Institut für die Prophylaxe der Kreislauferkrankheiten der Universität München.

Eheschließung am 11.3.1963 mit Dr. rer. nat. Werner Lünow, Diplom-Physiker.

Keine Kinder.

Februar 1964 - März 1968 Tätigkeit als physikalisch-technische Assistentin am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching bei München.

Von März 1968 - Juli 1970 Aufenthalt in USA.

Januar 1969 - Juni 1970 Mitarbeit in der Forschungsgruppe von Prof. Dr. W. Lwowski an der New Mexico State University in Las Cruces, N.M., USA, am Department of Chemistry.

Rückkehr nach Deutschland im Sommer 1970.

Studium der Zahnheilkunde von April 1974 - Februar 1979 an der Johannes Gutenberg - Universität in Mainz.

Naturwissenschaftliche Vorprüfung am 17.3.1975,

Zahnärztliche Vorprüfung am 7.10.1976,

Zahnärztliche Prüfung am 27.6.1979.

